

# Karakterisasi Lingkungan Propagasi di Daerah Terbuka Untuk Aplikasi WSN

Agung Surya Jati<sup>1</sup>, Okkie Puspitorini, ST. MT<sup>2</sup>.

Ir. Nur Adi Siswandari, MT<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Telekomunikasi PENS-ITS.

<sup>2</sup>Dosen Teknik Telekomunikasi PENS-ITS.

Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.

Email : [asthis\\_cat@plasa.com](mailto:asthis_cat@plasa.com)

## ABSTRAK

*Wireless sensor network* adalah jaringan *wireless* yang menggunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar, seperti suhu, suara, getaran, gelombang elektromagnetik, tekanan, gerakan dan lain-lain. Perkembangan dari *wireless sensor network* sebenarnya sudah dimulai dari kebutuhan dalam bidang militer seperti pemantauan di medan perang. Tapi sekarang *wireless sensor network* sudah digunakan dalam bidang industri dan penggunaan untuk kemudahan masyarakat sipil meliputi pemantauan kondisi lingkungan, pengontrolan dalam proses industri dan lain-lain.

Pada proyek akhir ini akan diteliti karakterisasi dari *wireless sensor network* pada frekuensi 915Mhz di daerah terbuka. Ada beberapa parameter yang menjadi acuan untuk melihat karakterisasi tersebut diantaranya adalah nilai level daya, *path loss*, *path loss exponent* dan nilai *coverage area*. Hasil proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan suatu acuan nilai *path loss exponent* pada daerah terbuka serta penentuan lokasi penempatan sensor berdasarkan nilai *coverage area* yang pada akhirnya akan memudahkan untuk melihat karakterisasi lingkungan propagasi pada daerah terbuka lainnya.

**Kata kunci :** *wireless sensor network*, *level daya*, *pathloss*, *pathloss exponent*, *coverage area*

## I. PENDAHULUAN

*Wireless sensor network* dikembangkan untuk berbagai bidang mulai dari bidang industry, militer dan monitoring suatu wilayah tertentu. Sistemnya adalah membentuk suatu *Ad hoc network* dimana sensor satu dan yang lainnya saling berkomunikasi. Sistem ini akan mengirimkan hasilnya pada *base station*. Pengawasan suatu daerah (*area monitoring*) adalah suatu hal yang umum dalam aplikasi *wireless sensor network*. Dalam area monitoring, *wireless sensor network* disebarkan secara merata ke sebuah daerah untuk mengamati sebuah fenomena tertentu. Contoh penggunaan *wireless sensor network* untuk daerah terbuka yaitu penggunaan *wireless sensor network* pada daerah

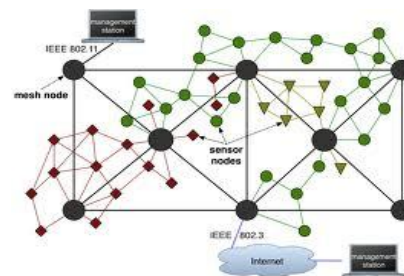
perang untuk mendeteksi pergerakan musuh sebagai pengganti dari ranjau darat.

Pada Penelitian ini akan dimodelkan konektivitas suatu sensor. Nilai suatu *pathloss* dan prosentase area yang dicover sangatlah penting untuk mengetahui seberapa efektif *wireless sensor network* yang akan dibangun. Dimana nilai suatu *pathloss exponent* mempunyai dampak yang sangat besar terhadap kualitas dari jaringan *wireless sensor network* yang akan dibangun [5]. Untuk itu akan dibahas tentang karakterisasi lingkungan propagasi di daerah terbuka untuk aplikasi *wireless sensor network* dimana nilai suatu *pathloss exponent* menjadi acuan untuk melihat karakterisasi pada daerah terbuka yang akan dilakukan penelitian.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Konsep Dasar *Wireless Sensor Network*

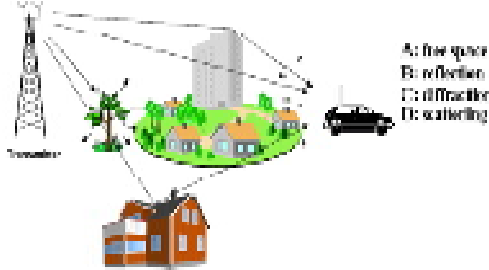
Konsep jaringan sensor nirkabel (WSN *Wireless Sensor Networks*), secara sederhana, merupakan perpaduan fungsi penginderaan (*sensing*), fungsi komputasi, dan fungsi komunikasi. Memadukan sensor, actuator, radio, dan CPU ke dalam suatu jaringan sensor dan aktuator nirkabel membutuhkan pemahaman rinci pada kemampuan dan keterbatasan setiap komponen perangkat keras di dalamnya di samping pemahaman rinci tentang teknologi jaringan dan teori sistem tersebar. Setiap titik harus dirancang agar memberikan sekumpulan fungsi dasar atau primitif untuk menciptakan jejaring yang memiliki fungsi-fungsi lebih besar dengan tetap memenuhi kebutuhan akan penghematan daya dan ruang (ukuran). Contoh arsitekturnya seperti gambar 1.



**Gambar 1** Contoh arsitektur *wireless sensor network*

## 2.2 Konsep Dasar Propagasi Gelombang Radio

Mekanisme dasar propagasi gelombang elektromagnetik bermacam-macam, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi 4 yaitu *free space*, refleksi, difraksi dan scattering. mekanisme gelombang radio ditunjukkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2 Propagasi gelombang radio

## 2.3 Log-distance Path Loss Model

Secara pengukuran dan teori dapat kita ketahui bahwa sinyal yang diterima akan semakin turun secara *logaritmik* terhadap jarak, baik didalam ruangan maupun di luar ruangan. fungsi rata-rata dari sebuah *path loss* terhadap jarak ditentukan oleh *pathloss exponent*. Suatu *path loss exponent* dapat dicari dengan persamaan 1.

$$PL(dB)[d] = PL(d_0) + 10n \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right) \quad (1)$$

Dimana:

$PL(dB)[d]$  = Pathloss fungsi jarak (dB)

$PL(d_0)$  = Pathloss pada  $d_0$ , jarak terdekat (dB)

$n$  = Path loss exponent

$d$  = Fungsi jarak

## 2.4 Penentuan Nilai Coverage Area

Nilai *coverage area* suatu wilayah bergantung pada nilai *threshold signal* yang dipancarkan dan luas jangkauannya berdasarkan nilai prosentasenya serata nilai *path loss exponent* dan standar deviasi. Untuk *coverage area* yang berbentuk lingkaran mempunyai parameter  $R$  yaitu radius dari pemancar,  $\gamma$  threshold signal yang dipancarkan dan  $U(\gamma)$  prosentase dari *coverage area* (nilainya sama dengan atau lebih dari sinyal *threshold*nya). karena  $P_r(R) = \gamma$  ( $a = 0$ ), maka  $U(\gamma)$  seperti ditunjukkan pada persamaan 2

$$U(\gamma) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \exp \left( \frac{1}{b^2} \right) \left( 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{1}{b} \right) \right) \right] \quad (2)$$

dimana:

$$b = \frac{10n \log e}{\sigma \sqrt{2}}$$

## 2.5 Perancangan Diagram Voronoi

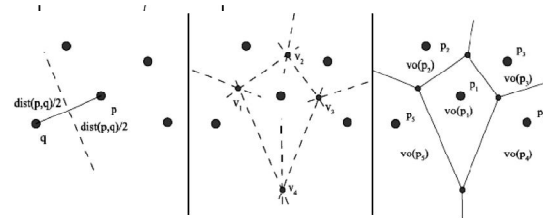
Sebagai contoh misalnya terdapat sekumpulan set point  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  pada bidang  $R_n$  pada kasus ini adalah dua dimensi. Maka voronoi diagram  $V$  atau  $(P)$  adalah bagian dari  $R_n$  ke dalam  $n$  daerah polyhedral. Setiap daerah diketahui sebagai sel voronoi yang didenotasikan  $vo(p)$  saling melingkupi dan berhubungan satu dengan lainnya pada tiap  $n$  point. Masing-masing point yang berdekatan tersebut ditarik garis tegak lurus seperti pada gambar 3.

Lebih tepatnya dengan  $vo(p)$  menjadi sel voronoi setiap point  $P$  dan set  $S$  dari setiap point sebagai berikut :

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$

dimana  $dist$  adalah fungsi euclidian distance:

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (3)$$

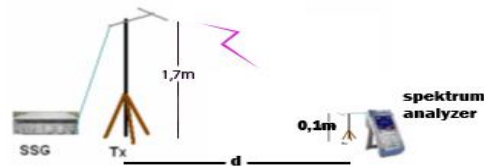


Gambar 3 Voronoi dua dimensi dengan 5 vertek

## III. PENGUKURAN DAN DATA HASIL PENGUKURAN

### 3.1 Set-Up Pengukuran

Pengukuran dilakukan di daerah ITS yang bisa dikatakan daerah terbuka dengan permukaan berupa rumput, aspal dan tehel. dengan posisi antena pemancar (Tx) yang tetap dan posisi antena penerima (Rx) yang berubah-ubah. Ilustrasi set-up pengukuran seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Set-up pengukuran

### 3.2 Peralatan yang Digunakan

Pada pengukuran ini, peralatan yang digunakan sesuai dengan gambar 5,6 dan 7 yaitu *spectrum analyzer* (SA), antena dipole  $\frac{1}{2} \lambda$ , & kabel *coaxial* dan *standart signal generator*

### 3.3.1 Spektrum Analyzer



Gambar 5 Rohde & Schwarz FSH23

### 3.3.2 Antena Penerima& Kabel Coaxial



Gambar 6Antena dipole  $\frac{1}{2} \lambda$ &Kabel coaxial tipe RG-58

### 3.3.3 Kabel Coaxial



Gambar 8Standart signal generator

### 3.4 Skenario Pengukuran

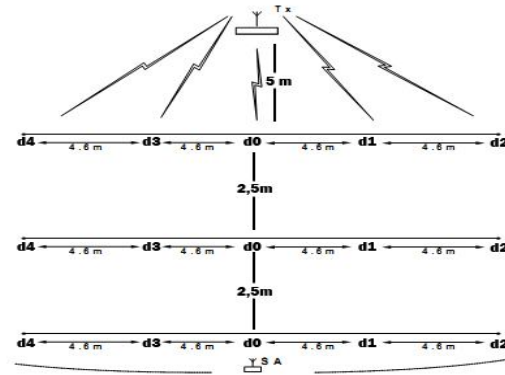
Pada tugas akhir ini pengukuran dilakukan secara *line of sights* dengan 3 daerah pengukuran yaitu permukaan rumput, aspal dan tehel seperti ditunjukkan oleh gambar 9. Setiap daerah pengukuran diukur dengan 3 tempat berbeda tapi masih mempunyai karakteristik yang sama terutama pada jenis permukaan. setiap pengukuran diambil 15 data yang berupa niali level daya berdasarkan fungsi jarak. Jadi setiap daerah permukaan mempunyai 3 x 15 data. dan seluruh pengukuran pada tempat terbuka adalah 3 x 3 x 15 data.



Gambar 9Daerah pengukuran berdasarkan permukaan

Pengukuran dilakukan dengan keadaan antena pemancar (Tx) yang tetap dan antena penerima (Rx) yang berubah-ubah berdasarkan jarak dari antena Pemancar (Tx). Jarak acuan pertama adalah 5 meter kemudian digeser 4,6 meter ke kanan sebanyak 2 kali dan dengan jarak yang sama di geser ke kiri sebanyak 2 kali. Jadi untuk jarak acuan pertama ada 5 titik yang terdiri dari 1 titik

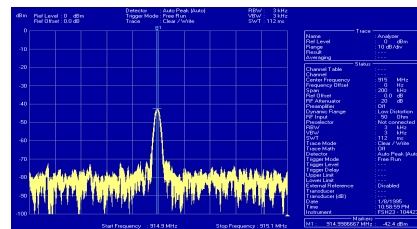
acuan 1 titik di sebelah kanan dan kiri yang berjarak 4,6 meter dari titik acuan dan 1 titik sebelah kanan dan kiri yang berjarak 9,2 meter dari titik acuan. Hal yang sama dilakukan pada titik acuan kedua yaitu 7,5 meter dan titik acuan ketiga 10 meter. Ilustrasinya seperti pada gambar 10



Gambar 10 Skema Pengukuran

### 3.4 Data Hasil Pengukuran

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran berupa gambar yang diperoleh dari *spectrum analyzer* dengan format \*.rss seperti pada Gambar 10.Selain berupa gambar seperti Gambar 11, data hasil pengukuran juga dapat disimpan berupa nilai angka berupa *file text* yang menunjukkan level daya yang dapat ditangkap oleh antena penerima.



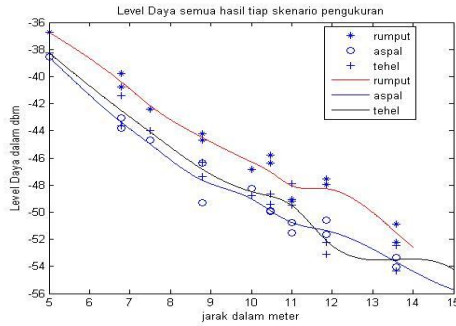
Gambar 10 Hasil capture dari spectrum analyzer

## IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

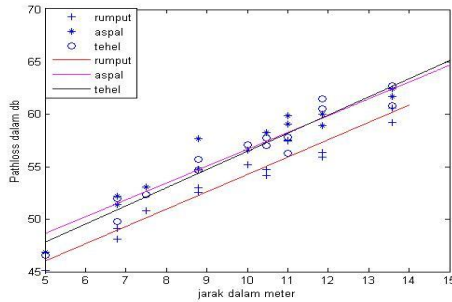
### 4.1 Pendahuluan

#### 4.3.1 Analisa Level Daya dan Path Loss

Grafik nilai level daya seperti pada gambar 11. Sedangkan nilai *path loss* seperti ditunjukkan pada dan gambar 12. Pada grafik ini digambarkan level daya dan *path loss* sebagai fungsi jarak dalam satuan meter agar dapat diketahui perbedaan seluruh nilai level daya dan nilai *path loss* tiap tempat pengukuran.



**Gambar 11** Grafik level daya yang diterima



**Gambar 12** Grafik path loss yang diterima

Dari nilai level daya seperti pada grafik dapat dilihat bahwa daerah rumput mempunyai level daya terima paling besar untuk setiap jarak pengukuran. Setiap jarak pengukuran pada daerah rumput mempunyai selisih level daya -2,18 dBm lebih besar dibandingkan dengan daerah tehel dan lebih besar -2,75 dBm dibandingkan dengan daerah aspal. Sedangkan pada daerah tehel mempunyai selisih -0,56 dBm lebih besar dari pada daerah aspal. Sedangkan untuk path loss pengukuran pada daerah rumput mempunyai selisih path loss 2,18 dB lebih kecil dibandingkan dengan daerah tehel dan lebih kecil 2,75 dB dibandingkan dengan daerah aspal. Sedangkan pada daerah tehel mempunyai selisih 0,56 dB lebih kecil dari pada daerah aspal.

## 4.2 Path Loss Exponent dan Standar Deviasi

Berdasarkan nilai level daya didapatkan nilai path loss exponent dan standar deviasi seperti pada tabel 1

**Tabel 1** Nilai path loss exponent dan standart deviasi

Tempat Pengukuran	Path Loss Exponent	Standar Deviasi
Rumput	3.4054	0.8778
Aspal	3.4222	0.7639
Tehel	3.5746	1.0008

Jika dibandingkan dengan tabel 2-1 hasil path loss exponent yang dihasilkan dari data

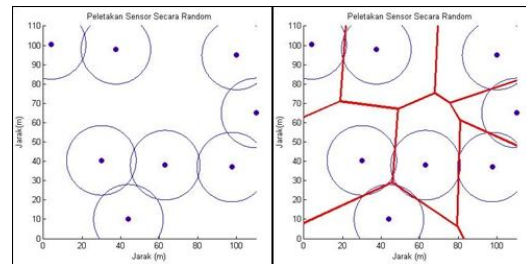
pengukuran termasuk dalam daerah urban area (2,5-3,5) [2] dimana penelitian pada tabel 2-1 termasuk dalam kategori macrocellular system (1km reference). Sedangkan jika dibandingkan dengan penelitian Dr.Jeff frolik[1], path loss exponent yang dihasilkan termasuk dalam kondisi open (3,41) dimana penelitian ini termasuk dalam kategori microcellular sysytem (1-100 m reference).

## 4.3.2 Analisa Nilai Coverage Area

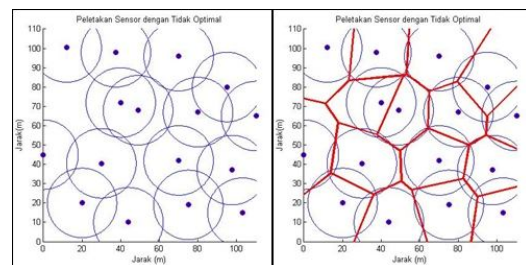
Dengan threshold sinyal -70 dBm pada circular radius 18 meter didapatkan nilai coverage area untuk daerah rumput sebesar 95,6 %, daerah aspal 96,15% dan daerah tehel 95,24%. Hal ini berarti bahwa 95.6% pada daerah rumput, 96,15% daerah aspal, 95,24% dari area tehel menerima sinyal diatas sinyal threshold.

## 4.3.3 Penentuan Lokasi Sensor

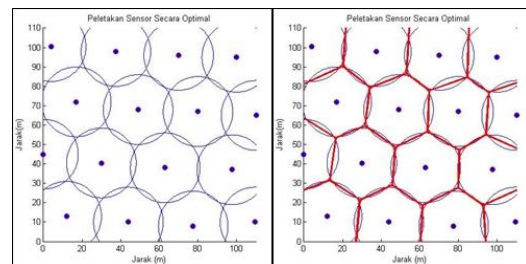
Penentuan lokasi peletakan sensor dilakukan untuk mengcover suatu area secara efektif. Seperti pada gambar 13, 14 dan 15.



**Gambar 13** Peletakan sensor secara random



**Gambar 14** Peletakkan sensor dengan tidak ideal



**Gambar 15** Peletakkan sensor secara optimal



Dari gambar 13 dapat terlihat masih banyak area yang belum tercakupi oleh sensor tersebut. Perlu dilakukan suatu penambahan sensor untuk mencakup area tersebut. serta penentuan lokasi yang tepat agar suatu sensor dapat mencakup area secara efektif.

Dapat terlihat pada gambar 14 masih ada daerah *blank spot* dan masih terjadi intervensi antara 1 sensor dengan yang lain sehingga memungkinkan terjadi proses intervensi (*handover*).

Dari gambar 15 dapat terlihat bahwa luas area *handover* kecil dan area *blankspot* juga kecil. untuk area yang sama diperlukan 16 sensor dengan peletakan seperti pada gambar 4.5. . Jika dilihat dalam bentuk *voronoi diagram* dapat terlihat bentuk luasan garis-garis yang menyerupai bentuk heksagonal.

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Daerah rumput mempunyai level daya terima paling besar untuk setiap jarak pengukuran. Setiap jarak pengukuran pada daerah rumput mempunyai selisih level daya -2,18 dBm lebih besar dibandingkan dengan daerah tehel dan lebih besar -2,75 dBm. Sedangkan untuk *path loss* pengukuran pada daerah rumput mempunyai selisih *path loss* 2,18 dB lebih kecil dibandingkan dengan daerah tehel dan lebih kecil 2,75 dB dibandingkan dengan daerah aspal. Sehingga semakin besar level daya yang diterima maka *path loss* yang dihasilkan semakin kecil. hal ini membuktikan bahwa level daya yang diterima berbanding terbalik dengan *path loss* yang diterima.
2. Untuk kondisi *open-field* dalam kategori *microcell system* bisa menggunakan *path-loss exponent* seperti pada tabel 4.3 yaitu 3,4 atau bisa juga menggunakan *path loss exponent* kondisi urban pada *macrocellular system*(2,5-3,5) .
3. Dengan *threshold* sinyal -70 dBm pada *circular radius* 18 meter didapatkan nilai *coverage area* untuk daerah rumput sebesar 95,6 %, daerah aspal 96,15% dan daerah tehel 95,24%.
4. Untuk penentuan lokasi sesor yang optimal dan efektif dapat dilakukan dengan melihat bentuk yang dihasilkan oleh *voronoi diagram*. Bentuk persegi dan bentuk yang tidak beraturan mengindikasikan peletakan sensor yang tidak baik. sedangkan bentuk heksagonal mengindikasikan peletakan sensor yang baik.

### 5.2 Saran

Diharapkan nantinya proyek akhir ini akan dapat dikembangkan lagi dengan Menambah jarak dalam pengambilan data, Pengukuran menggunakan frekuensi kerja, daya dan antenna serta ketinggian antenna yang berbeda,

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dr. Jeff Frolik and Ms. Abiola Fanimokun, "Effects of natural propagation environments on wireless sensor network coverage area". University of Vermont USA.
- [2] T. Rappaport, Wireless communications: principles and practice, Prentice Hall, New Jersey, 1996.
- [3] S. Meguerdichian, F. Koushanfar, M. Potkonjak, M. Srivastava, *Coverage Problems in Wireless Ad-hoc Sensor Networks*, <http://citeseer.nj.nec.com/450405.html>
- [4] Budi Aswoyo, "Antena dan Propagasi", 2006.
- [5] [www.en.wikipedia/wiki/MATLAB.org](http://www.en.wikipedia/wiki/MATLAB.org)
- [6] Srinivasa Sunil and Martin Haenggi, "Pathloss Exponent Estimation in Large Wireless Network". University of Notre Dame USA.
- [7] <http://www.axonn.com/pdf/path-loss-calc>
- [8] Howard H. Xia, et al., "Radio Propagation Characteristic for Line-of-Sight (LOS) Microcellular and Personal Communications", Vol. 41, No. 10, October 1993.
- [9] Tapan K. Sarkar, et al., *A Survey of Various Propagation Models for Mobile Communication*, IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 45, No. 3, June 2003.